

Comparación del % grasa corporal obtenido con Bod Pod y DEXA en jugadores de fútbol americano mexicanos

Comparison of % body fat obtained with Bod Pod and DEXA in Mexican football players

LAGUNES-CARRASCO, José Omar<sup>1\*†</sup>, LÓPEZ-GARCÍA, Ricardo<sup>1</sup>, CARRANZA-GARCÍA, Luis Enrique<sup>1</sup> y DURAZO-TERÁN, Luis Alberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva, Monterrey, México.

<sup>2</sup>Universidad Estatal de Sonora, Hermosillo Sonora México

ID 1<sup>er</sup> Autor: José Omar, Lagunes-Carrasco

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Ricardo, López-García

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Luis Enrique, Carranza-García

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Luis Alberto, Durazo-Terán

Recibido 21 Junio, 2018; Aceptado 30 Septiembre, 2018

Resumen

La evaluación de grasa corporal (%GC) es importante por los riesgos que representa para la salud. Sin embargo, los métodos para su evaluación han sido cuestionados para su aplicabilidad en diferentes contextos. En jugadores de fútbol americano (JFA) se conoce un solo estudio que realizó comparaciones entre el método de pletismografía por desplazamiento de aire a través del Bod Pod y la absorciometría dual de rayos x (DEXA). Sin embargo, este estudio fue realizado en jugadores de fútbol de estados unidos y la muestra del estudio solo represento a 69 jugadores. Por ello, el propósito del estudio fue comparar el %GC medido a través del Bod Pod y la DEXA en JFA mexicanos. Los participantes del estudio fueron 90 JFA (22.4 ± 1.7 años). El %GC se estimó en 21.9 ± 6.8 y 19.5 ± 7.71 para DEXA y Bod Pod, respectivamente. Aunque los dos métodos estaban altamente correlacionados (r = 0.95 p ≤ 0.001), la diferencia de la media fue del 2.5%, fue significativa (<0.001). Y los límites de concordancia fueron -2.0% a 7.0% de grasa corporal. Los resultados que el %GC obtenido a través de Bod Pod fue menor que el obtenido con la DEXA. La evaluación del %GC mediante el BOD POD es confiable; sin embargo, en este estudio los jugadores de fútbol americano obtuvieron valores de %GC subestimados en comparación con DEXA. Por lo tanto, habría que tomar con cautela los resultados del análisis.

Composición corporal, Bod Pod, DEXA, % grasa corporal, jugadores de fútbol americano.

Abstract

The evaluation of body fat percentage (%BF) is important because of the risks it represents for health. However, the methods for their evaluation have been questioned for their applicability in different contexts. In football players (FP) a single study is known that made comparisons between the method of air-displacement plethysmography through Bod Pod and Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). However, this study was conducted on soccer players in the United States and the study sample only represented 69 players. Therefore, the purpose of the study was to compare the %BF measured through the Bod Pod and the DXA in Mexican JFA. The study participants were 90 JFA (22.4 ± 1.7 years). The percentage of fat was estimated at 21.9 ± 6.8 and 19.5 ± 7.71 for DEXA and Bod Pod, respectively. Although the two methods were highly correlated (r = 0.95 p ≤ 0.001), the difference of the mean was 2.5%, it was significant (<0.001). And the limits of agreement were -2.0% to 7.0% of body fat. The result that the %BF obtained through Bod Pod was lower than that obtained with the DXA. The evaluation of the %BF using the Bod Pod is reliable; however, in this study the football players obtained underestimated %BF values in comparison with DXA. Therefore, the results of the analysis should be taken with caution.

Body composition, Bod Pod, DEXA, % body fat, American football players

**Citación:** LAGUNES-CARRASCO, José Omar, LÓPEZ-GARCÍA, Ricardo, CARRANZA-GARCÍA, Luis Enrique y DURAZO-TERÁN, Luis Alberto. Comparación del % grasa corporal obtenido con Bod Pod y DEXA en jugadores de fútbol americano mexicanos. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2018. 5-16: 1-5.

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: [Jlaguneshb23@gmail.com](mailto:Jlaguneshb23@gmail.com))  
† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

La evaluación del porcentaje de grasa corporal (%GC) es importante para un mayor entendimiento de enfermedades que se asocian con el bajo o alto nivel de grasa corporal. La evaluación del %GC puede usarse para rastrear el proceso o conocer los efectos del entrenamiento en atletas. Además, puede ayudar a determinar quién puede y no someterse a un plan de entrenamiento o alimentación específico a su condición.

En las últimas décadas se ha visto un cambio notorio en el tamaño de los jugadores de fútbol americano (JFA) el cual ha sido atribuido al aumento del %GC o de la masa libre de grasa (Norton & Olds, 2001; Yamamoto, Yamamoto, Yamamoto, & Yamamoto, 2008). Es por ello, la importancia de la evaluación de los riesgos que pueda presentar para la salud a largo plazo (Skinner, Hasty, Turner, Dreibelbis & Lohr, 2013).

Se han desarrollado varias técnicas indirectas para estimar el %GC, entre las más utilizadas se encuentran la pletismografía por desplazamiento de aire a través del Bod Pod o hidrodensitometría y la absorciometría dual de rayos X (DEXA).

La pletismografía por desplazamiento de aire mediante el equipo BOD POD se ha convertido un método popular para medir el %GC en variedad de poblaciones. Recientemente, se ha validado frente a la técnica considerada estándar de oro la hidrodensitometría (Biaggi et al. 1999; McCrory, Gómez, Bernauer & Mole 1995). Sin embargo, otros estudios han indicado una diferencia entre ambos métodos sin una dirección de diferencia consistente (rango = -4.0 % a 1.9 % GC).

La absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) es una técnica que puede medir a través del escaneo la masa grasa, la masa magra y el hueso (3 componentes). La DEXA ganó aceptación como una técnica alternativa del criterio para hidrodensitometría (Kohrt, 1998).

Previamente se han hecho comparaciones de BodPod con DEXA (Ball & Altona 2004; Ballard, Fafara, & Vukovich, 2004; Collins et al, 1999; Fields et al, 2001; Heymsfield, Nunez, Testolin, & Gallagher, 2000; Koda, Tsuzuku, Ando, Niino, & Shimokata, 2000; Levenhagen et al 1999; Millard-Stafford, Collins, Evans, Snow, Cureton & Rosskopf, 2001; Vicente-Rodríguez et al, 2012; Wagner, Heyward, & Gibson, 2000). Sin embargo se han encontrado en algunos estudios que la población ha sido de 30 o menos sujetos. Por otro lado, otro estudio investigó la diferencia entre métodos para hombres, adolescentes y atletas.

A pesar de ello, ambos métodos son considerados aceptables para la evaluación del %GC. No obstante, es importante que, si existen diferencias entre estos métodos sean identificados y se cuantifiquen en este caso para jugadores de fútbol americano. Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar el %GC medido a través del BodPod y la DEXA en JFA mexicanos.

## Metodología

### Sujetos

Noventa jugadores de fútbol americano que juegan en la máxima expresión de competición de México fueron evaluados (tabla 1). Al llegar al laboratorio, los futbolistas firmaron una declaración de consentimiento informado.

### Protocolos y procedimientos experimentales

Todos los futbolistas se presentaron en el laboratorio después de un mínimo de 4 horas de ayuno. Además, se instruyó a todos los sujetos en abstenerse a la realización de ejercicio antes de la prueba. Los deportistas fueron pesados en una báscula digital con una aproximación de .1 kg y la talla fue determinada mediante el uso de un estadiómetro al centímetro mas cercano. Todos los participantes fueron sometidos a dos métodos de composición corporal en el siguiente orden: DEXA y Bod Pod. Las mediciones se realizaron el mismo día, dentro de un periodo no mayor a 30 minutos. La absorciometría dual de rayos X (DEXA) fue realizada y analizada por un mismo técnico utilizando un software enCORE © 2014 GE Healthcare Lunar (General Electric Medical Systems Ultrasound & Primary Care Diagnostics LLC. WI, USA).

Este método requiere aproximadamente un periodo de 8 minutos donde el sujeto yace en decúbito supino mientras se escanea todo el cuerpo. El volumen corporal se midió usando pletismografía por desplazamiento de aire (*BodPod Gold Standard modelo 2007<sup>a</sup> COSMED USA Inc; software versión 5.2.0.*). Los métodos para el Bod Pod® han sido descritos previamente (McCrory, Gomez, Bernauer, & Molé, 1995). Posteriormente se convirtió la densidad corporal en %GC con la ecuación de Siri (1961). Todos los sujetos realizaron las pruebas en trajes de natación nylon y gorras de baño y sin poseer metales.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico MedCalc® versión 12.3.0.0 (MedCalc Software vBva 1993-2012). Se obtuvieron medias y desviación estándar para la variable estudiada. La correlación de Pearson permitió conocer la asociación entre ambos métodos. Se trazaron residuos de Bland-Altman (1986) del %GC obtenido con la DEXA y %GC con BodPod para distinguir las tendencias en métodos y valores. Los límites de concordancia del método Bland-Altman proveen un intervalo en el que se espera que caigan 95% de las diferencias individuales entre las mediciones de los dos métodos. Los límites se definen como la media de las diferencias  $\pm 1.96$  desviaciones estándar de las diferencias.

Resultados

Las características descriptivas se enumeran en la tabla 1. El porcentaje de grasa corporal de los jugadores de fútbol americano se estimó en  $21.9 \pm 6.8$  y  $19.5 \pm 7.71$  para DEXA y Bod Pod, respectivamente ( $N = 90$ ). Aunque los dos métodos estaban altamente correlacionados ( $r = 0.95$   $p \leq 0.001$ ), la diferencia de la media fue del 2.5% de GC y fue significativa ( $<0.001$ ) (Figura 1). Los límites de concordancia fueron (-2.0 a 7.0 %GC) (figura 1).

Mediciones	Media s/d	Rango
Edad (años)	22.4 $\pm$ 1.7	6.5
Peso (Kg)	94.5 $\pm$ 18.81	71.90
Talla (cm)	179.1 $\pm$ 6.3	34
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29.2 $\pm$ 4.9	20.4
GC con DEXA (%)	21.9 $\pm$ 6.8	30.1
GC con BodPod (%)	19.5 $\pm$ 7.71	35.3

Tabla 1 Características morfológicas de los jugadores

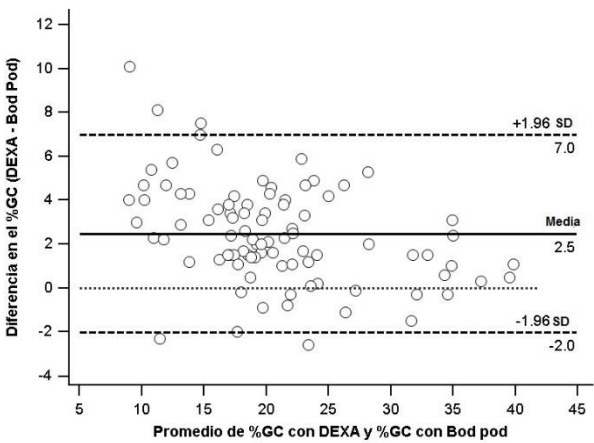


Figura 1 Gráfico de Bland-Altman para las diferencias entre las mediciones de porcentaje de grasa corporal por DEXA y BodPod

Discusión

Este estudio investigó la precisión de los valores de %GC obtenidos mediante el uso del BodPod y la DEXA en 90Jugadores de fútbol americano. Aunque otros investigadores han comparado BodPod y DEXA, solo ha habido dos estudios (Ball&Altena, 2004; Koda, Tsuzuku, Ando, Niino, &Shimokata, 2000) que tuvo un número significativo ( $> 100$ ) de sujetos masculinos. Además hemos encontrado un solo estudio que comparaambos métodos en esta población en específico (Collins, 1999) en jugadores de fútbol americano de Estados Unidos. Por otro lado, también hemos encontrado unartículo que ha realizado una comparación del método Bod Pod con hidrodensitometría (Moran, 2008).

Nosotros encontramos que el Bod Pod tiende a subestimar el %GC comparado con la DEXA en jugadores de fútbol americano. Esto está en contraste con los informes de subestimación de %GC por Bod Pod cuando se compara con DEXA en hombres y mujeres de mediana edad (Utter, Goss, Swan, Harris, Robertson, &Trone, 2003; Vescovi, Zimmerman, Miller, Hildebrandt, Hammer, &Fernhall, 2001; Weyers, Mazzetti, Love, Gómez, Kraemer, &Volek, 2002). Aunque uno de los estudios fue aplicado en luchadores y otros en población con sobrepeso.

El acuerdo entre %GC DEXA y %GC Bod Pod se determinó mediante el examen de las diferencias entre los puntajes individuales.

La desviación estándar de las diferencias fue del 2.5% con un rango de -2.0 a 7.0%. McCrory et al., (1995) informaron que el 75% de sus sujetos tenían valores de% de grasa que estaban dentro de  $\pm 2\%$  de la diferencia de medias (0,3%) entre los métodos. Nuestra diferencia de medias fue mucho mayor (2.5%), y aproximadamente el 52.22% de nuestros sujetos cayeron dentro de  $\pm 2\%$ . Basado en el argumento de Bland-Altman, no hubo una diferencia sistemática en el acuerdo entre los dos métodos en un rango de gordura corporal. Estos hallazgos son consistentes con los informados por McCrory et al., (1995) y Collins et al., (1999).

Las diferencias que se encuentran entre ambos métodos pueden ser debido a que el Bod Pod es una técnica que divide el cuerpo en solo dos compartimentos, la masa grasa y la masa libre de grasa. Como un modelo de dos componentes, el Bod Pod se basa en varias suposiciones teóricas como por ejemplo que las densidades de las diferentes partes del cuerpo son constantes entre sujetos o que las proporciones de las partes corporales (que no sean grasas) son constantes entre los sujetos (Roche, Heymsfield&Lohman, 1996).

Estos supuestos pueden cuestionarse, pero la densidad constante supuesta del componente de la masa libre de grasa ha sido la más debatida. Es importante mencionar que cuando realizamos las mediciones de Bod Pod específicamente en atletas muy musculosos, tuvimos problemas en la medición del %GC, ya que nos arrojaba valores muy por debajo comparado con la DEXA, por lo que nosotros deducimos que en atletas muy magros posiblemente el Bod Pod no sea un buen instrumento de medición. No obstante, sugerimos en las próximas líneas de investigación, analizar la eficacia del Pod Pod en la cuantificación del %GC en sujetos que sean muy músculos.

Con respecto a la DEXA considerado un método de tres compartimentos que considera la densidad mineral ósea presenta un desafío para el método que emplea el Bod Pod de dos compartimientos. El uso de DEXA como una medida de referencia de la composición corporal está respaldado por un informe que indicó que las diferencias en %GC en DXA versus hidrodensitometría (modelo de 2 compartimientos) pueden deberse a diferencias en el contenido mineral óseo y la masa corporal magra.

Nuestros sujetos de estudio son jugadores de fútbol americano, por ello, creemos que es una consideración relevante debido a la variedad de composición de estos atletas y del deporte de contacto y alta intensidad que pudiera presentar características óseas diferentes en comparación a otros deportes de menor intensidad y contacto. Esta consideración es importante porque la DEXA se está empleando en muchos estudios como referencia del %GC y por ende, se está haciendo cada vez menor el uso del Bod Pod.

## Conclusiones

El %GC obtenido a través de Bod Pod fue menor que el obtenido con la DEXA. La evaluación del %GC mediante el Bod Pod es confiable; sin embargo, en este estudio los valores de% de grasa para jugadores de fútbol americano mexicanos fueron subestimados en comparación con la DEXA. Por lo tanto, habría que tomar con cautela los resultados del análisis cuando se haga el análisis mediante el Bod Pod.

## Referencias

- Ball, S. D., &Altena, T. S. (2004). Comparison of the Bod Pod and dual energy x-ray absorptiometry in men. *Physiological measurement*, 25(3), 671.
- Ballard, T. P., Fafara, L., &Vukovich, M. D. (2004). Comparison of Bod Pod and DXA in female collegiate athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 731-735.
- Biaggi, R. R., Vollman, M. W., Nies, M. A., Brener, C. E., Flakoll, P. J., Levenhagen, D. K., ... &Chen, K. Y. (1999). Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults-. *The American journal of clinical nutrition*, 69(5), 898-903.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *lancet*, 1(8476), 307-310.
- Collins, M. A., Millard-Stafford, M. L., Sparling, P. B., Snow, T. K., Rosskopf, L. B., Webb, S. A., & Omer, J. (1999). Evaluation of the BOD POD for assessing body fat in collegiate football players. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(9), 1350-1356.

Fields, D. A., Wilson, G. D., Gladden, L. B., Hunter, G. R., Pascoe, D. D., & Goran, M. I. (2001). Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adult females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(9), 1605-1610.

Heymsfield, S. B., Nunez, C., Testolin, C., & Gallagher, D. (2000). Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. *European journal of clinical nutrition*, 54(S3), S26.

Koda, M., Tsuzuku, S., Ando, F., Niino, N., & Shimokata, H. (2000). Body Composition by Air Displacement Plethysmography in Middle-Aged and Elderly Japanese: Comparison with Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 484-488.

Kohrt, W. M. (1998). Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *Journal of applied physiology*, 84(1), 372-377.

Levenhagen, D. K., Borel, M. J., Welch, D. C., Piasecki, J. H., Piasecki, D. P., Chen, K. Y., & Flakoll, P. J. (1999). A comparison of air displacement plethysmography with three other techniques to determine body fat in healthy adults. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 23(5), 293-299.

Millard-Stafford, M. L., Collins, M. A., Evans, E. M., Snow, T. K., Cureton, K. J., & Roskopf, L. B. (2001). Use of air displacement plethysmography for estimating body fat in a four-component model. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(8), 1311-1317.

Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Mesana, M. I., Poortvliet, E., Ortega, F. B., Polito, A., & HELENA Study Group. (2012). Reliability and intermethod agreement for body fat assessment among two field and two laboratory methods in adolescents. *Obesity*, 20(1), 221-228.

McCrory, M. A., Gomez, T. D., Bernauer, E. M., & Molé, P. A. (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(12), 1686-1691.

Moran, T. E. (2008). Comparison of air-displacement plethysmography and hydrodensitometry in high school football linemen.

Norton, K., & Olds, T. (2001). Morphological evolution of athletes over the 20th century. *Sports Medicine*, 31(11), 763-783.

Roche A; Heymsfield S; & Lohman T. (1996). Human Body Composition (Champaign, IL: Human Kinetics)

Skinner, A. C., Hasty, S. E., Turner, R. W., Dreibelbis, M., & Lohr, J. A. (2013). Is bigger really better? Obesity among high school football players, player position, and team success. *Clinical pediatrics*, 52(10), 922-928. doi: 10.1177/0009922813492880

Siri W (1961). *Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods*. In J. Brozek and A. Henschel. (Eds.). *Techniques for Measuring Body Composition* (223-234). Washington, DC: National Academy of Sciences/National Research Council

Utter, A. C., Goss, F. L., Swan, P. D., Harris, G. S., Robertson, R. J., & Trone, G. A. (2003). Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 500-505.

Vescovi, J. D., Zimmerman, S. L., Miller, W. C., Hildebrandt, L., Hammer, R. L., & Fernhall, B. (2001). Evaluation of the BOD POD for estimating percentage body fat in a heterogeneous group of adult humans. *European journal of applied physiology*, 85(3-4), 326-332.

Wagner, D. R., Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2000). Validation of air displacement plethysmography for assessing body composition. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(7), 1339-1344.

Weyers, A. M., Mazzetti, S. A., Love, D. M., Gómez, A. L., Kraemer, W. J., & Volek, J. S. (2002). Comparison of methods for assessing body composition changes during weight loss. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(3), 497-502.

Yamamoto, J. B., Yamamoto, B. E., Yamamoto, P. P., & Yamamoto, L. G. (2008). Epidemiology of college athlete sizes, 1950s to current. *Research in Sports Medicine*, 16(2), 111-127.